

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) LAID-OPEN PATENT GAZETTE (A)

(11) Publication Number

10-293311

(43) Date of Publication of Application November 4, 1998

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	Domestic classification symbol	FI
G02/F 1/1339 500		G02/F 1/1339 500
Request for examination: Not filed		
Number of claims: 9 OL (Total pages: 7)		
(21) Application Number	09-100043	(71) Applicant 000005108 Hitachi Ltd.
(22) Date of Filing	April 17, 1997	(72) Inventor Ito Osamu
		(72) Inventor Komura Shinichi
		(72) Inventor Yokokura Hisao
		(74) Agent Patent Attorney Ogawa Katsuo

(54) [TITLE OF THE INVENTION] LIQUID CRYSTAL DISPLAY  
DEVICE

(57) [ABSTRACT]

[PROBLEMS TO BE SOLVED] To provide a liquid crystal display device having high contrast, high intensity, and high color purity by providing a thin film separator absorbing light passing through liquid crystal layers with high efficiency and having no distortion, and double -layer liquid crystal layers having a uniform cell gap.

[SOLUTION] The liquid crystal display device comprises: a pair of substrates; a thin film separator sandwiched by the pair substrates; liquid crystal layers each sandwiched by the respective one of the pair substrates and the thin film separator; first spacer beads disposed in the liquid crystal layers to keep a gap between the respective one of the pair substrates and the thin film separator; seal parts formed at the edge portions of the opposing surfaces of the pair substrates, and second spacer beads formed in the seal parts to clamp the pair substrates.

[CLAIMS]

[CLAIM 1] A liquid crystal display device comprising: a pair of substrates; a thin film separator sandwiched by the pair substrates; liquid crystal layers sandwiched by each of the pair substrates and the thin film separator; first spacer beads disposed in the liquid crystal layers to keep a gap between each of the pair substrates and the thin film separator; seal parts formed at the edge portions of the opposing surfaces of the pair substrates, and second spacer beads formed in the seal parts to clamp the pair substrates.

[CLAIM 2] A liquid crystal display device comprising: a pair of substrates; a thin film separator sandwiched by the pair substrates; liquid crystal layers sandwiched by each of the pair substrates and the thin film separator; first spacer beads disposed in the liquid crystal layers to keep a gap between each of the pair substrates and the thin film separator; seal parts formed at the edge portions of the opposing surfaces of the pair substrates, and second spacer beads formed in the seal parts to clamp the pair substrates, wherein the thin film separator is smaller in area than the opposing surfaces of the pair substrates, and at least some of the seal parts are formed outside the thin film separator.

[CLAIM 3] The liquid crystal display device of claim 1 or claim 2, wherein the length of the second spacer beads in the direction of the normal to the pair substrates is larger than the length of the first spacer beads in the direction of the normal to the pair substrates.

[CLAIM 4] The liquid crystal display device of claim 1 or claim 2, wherein an orientation treatment is so applied that the liquid crystal molecules in the vicinity of the thin film separator are oriented to be perpendicular to the thin film separator; the liquid

crystal molecules in the vicinities of the pair substrates are oriented to be nearly in parallel with the respective substrates; and the liquid crystal molecules on the interface between the first substrate and the second substrate when viewed from the direction of the normal to the plane surfaces of the substrates are oriented to be orthogonal to each other.

[CLAIM 5] The liquid crystal display device of claim 1 or claim 2, wherein the liquid crystal molecules in the vicinity of the thin film separator are oriented to be horizontal to the thin film separator; and the liquid crystal orientation directions on both sides of the thin film separator when viewed from the direction of the normal to the plane surface of the first substrate are made to be orthogonal to each other.

[CLAIM 6] The liquid crystal display device of claim 1 or claim 2, wherein the thin film separator is a vertical directivity polymeric film.

[CLAIM 7] The liquid crystal display device of claim 1 or claim 2, wherein the thin film separator is a transparent thin film whose both sides are applied with a vertical orientation film.

[CLAIM 8] The liquid crystal display device of claim 1 or claim 2, wherein the thin film separator is a lamination of two polymeric films formed by being drawn, and the two polymeric films are so stacked as to make the drawing directions orthogonal to each other.

[CLAIM 9] The liquid crystal display device of claim 1 or claim 2, wherein the length of the second spacer beads in the direction of the normal to the pair substrates is at least twice as large as the length of the first spacer beads in the direction of the normal to the pair substrates.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[TECHNICAL FIELD WHERE THE INVENTION BELONGS] The present invention relates to a two-layer liquid crystal display device having two liquid crystal layers, and more specifically, to the optimum constitution of a guest-host type two-layer color liquid crystal display device containing dichroic dyes in the liquid crystal layers.

[0002]

[PRIOR ART] There have been liquid crystal display devices using two pairs of substrates, and these devices have the problem of parallax. This has been an issue particularly in the reflective type color liquid crystal display device, which is a combination of a two diagonal lamination type crystal display device and color filters. A parallax is the phenomenon that while the light the user observes goes into the liquid crystal display device, is reflected by the reflecting plate, and then goes out to reach the user, the light goes into a different pixel from the time of launching. The occurrence of parallax decreases contrast ratio or the saturation of display color. In order to eliminate the occurrence of parallax, in Japanese Laid-Open Patent Publication No. 7-159805 a dielectric material layer is provided between the liquid crystal layers to separate them.

[0003]

[PROBLEMS THE INVENTION IS GOING TO SOLVE] However, the liquid crystal display device of Japanese Laid-Open Patent Publication No. 7-159805 has the problem that when the dielectric material layer and the substrates are bonded to each other by seals, the gap between the substrates cannot be as determined, thereby changing light permeating properties. A liquid crystal display device with no thin film separator can control the gap because a pair of substrates sandwich a liquid crystal layer and one-layer

spacer beads. On the other hand, a liquid crystal display device with a thin film separator has two-layer spacer beads disposed via the separator. When pressure is applied on the substrates to bond the substrates with the thin film separator, since the respective substrates and the thin film separator are combined by means of the spacer beads only, in the regions where the spacer beads are not formed symmetric with respect to the thin film separator as shown in Figure 7, the thin film separator is easily distorted, thereby losing the uniform gap between the substrates. In addition, the strength of the substrates themselves is reduced because these substrates are combined by two-layer spacer beads, and also their adhesion is decreased because of the bondage between the substrates and the thin film separator, which is likely to cause exfoliation, and eventually to decrease the yield.

[0004] The object of the present invention is to provide a two-layer liquid crystal display device which has constant light permeability and high cell strength by maintaining the cell gap, and in particular, a two diagonal lamination type liquid crystal display device.

[0005] The device disclosed in Japanese Laid-Open Patent Publication No. 7-159805 has also the problem that the dielectric material layer (hereinafter referred to as the thin film separator) between the liquid crystal layers is too thin to be subjected to an orientation treatment due to mechanical stress such as rubbing. Although it is possible to use a dielectric material thick enough to be rubbed, this eliminates the advantage of using a dielectric material. Hence, the other object of the present invention is, in the liquid crystal display device with the thin film separator suffering from no distortion, to use as the thin film separator a thin film separator capable of orienting liquid crystal molecules in

different orientation directions by methods other than rubbing. Above all, the object of the present invention is to realize a two diagonal lamination type liquid crystal display device capable of absorbing both of two kinds of unique polarized light and realizing high contrast ratio, high intensity, and high color purity.

[0006]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS] Means to solve the above-described problems comprises: a thin film separator sandwiched by the pair substrates; liquid crystal layers sandwiched by each of the pair substrates and the thin film separator; first spacer beads disposed in the liquid crystal layers to keep a gap between each of the pair substrates and the thin film separator; seal parts formed at the edge portions of the opposing surfaces of the pair substrates, and second spacer beads formed in the seal parts to clamp the pair substrates.

[0007] In the above constitution, it is possible that the length of the second spacer beads in the direction of the normal to the pair substrates is larger than the length of the first spacer beads in the direction of the normal to the pair substrates.

[0008] Another possible constitution of the liquid crystal display device providing the same effects comprises: a pair of substrates; a thin film separator sandwiched by the pair substrates; liquid crystal layers sandwiched by each of the pair substrates and the thin film separator; first spacer beads disposed in the liquid crystal layers to keep a gap between each of the pair substrates and the thin film separator; seal parts formed at the edge portions of the opposing surfaces of the pair substrates, and second spacer beads formed in the seal parts to clamp the pair substrates, wherein the thin film separator is smaller in area than the opposing surfaces of the pair substrates, and at least some of the seal parts are formed

outside the thin film separator.

[0009] In addition, it is preferable that an orientation treatment is so applied that the liquid crystal molecules in the vicinity of the thin film separator are oriented to be perpendicular to the thin film separator; the liquid crystal molecules in the vicinities of the pair substrates are oriented to be nearly in parallel with the respective substrates; and the liquid crystal molecules on the interface between the first substrate and the second substrate when viewed from the direction of the normal to the plane surfaces of the substrates are oriented to be orthogonal to each other. It is also preferable that the liquid crystal molecules in the vicinity of the thin film separator are oriented to be horizontal to the thin film separator; and the liquid crystal orientation directions on both sides of the thin film separator when viewed from the direction of the normal to the plane surface of the first substrate are made to be orthogonal to each other.

[0010] Furthermore, the thin film separator can be a transparent thin film whose both sides are applied with a vertical orientation film.

[0011] In addition, the thin film separator can be a lamination of two polymeric films formed by being drawn, and the two polymeric films can be so stacked as to make the drawing directions orthogonal to each other.

[0012]

[EMBODIMENTS OF THE PRESENT INVENTION] Figure 2 (e) shows a cross sectional view of the liquid crystal display device of the present invention. A thin film separator 45 is smaller in area than the substrates and is disposed between seal parts 70 to cover the whole display area. The seal parts contain spacer beads having a larger diameter than the spacer beads disposed between

the seal parts, and the diameter is preferably almost equal to the sum of the thickness of the two liquid crystal layers and the thickness of the thin film separator. Since the two opposing substrates are held directly by the seal parts without a thin film separator therebetween, the strength of the liquid crystal cell can be improved to the level similar to the conventional single-layer liquid crystal cell, and a uniform cell gap can be obtained. Because the number of adhesive areas is also the same as in the conventional single-layer liquid crystal cell, the occurrence of the exfoliation is as low as in the conventional single-layer liquid crystal cell.

[0013] The following is a description of the means for making the two liquid crystal layers separated by the thin film separator have orientation directions orthogonal to each other.

[0014] Most of the polymeric films produced by drawing have the property of orienting the liquid crystal molecules in the vicinity of their both sides horizontally to the drawing direction. However, some polymeric films composed of an organic polymer containing a bulky group such as a long-chain alkyl group in a side chain have vertical directivity.

[0015] The thin film separator is made from a vertical directivity polymeric film. An orientation film with horizontal directivity having a pre-tilt angle of not larger than 45 degrees is applied on the sides of the two substrates that are adjacent to the liquid crystal layers. The orientation films on the two layers are subjected to an orientation treatment by rubbing, and the orientation treatment directions are set to be orthogonal to each other when viewed from the direction of the normal to the substrates.

[0016] Alternatively, similar liquid crystal orientation can be



realized by using as the thin film separator a horizontal directivity polymeric film whose both sides are applied with vertical directivity polyimide films.

[0017] Alternatively, as the thin film separator two-layer polymeric films with horizontal directivity are used, and the two polymeric films are so stacked as to make their drawing directions orthogonal to each other. The orientation films of the opposing substrates can be either a vertical orientation film or a horizontal orientation film.

[0018] By the aforementioned processes, the orientation directions of the two liquid crystal layers separated by the thin film separator disposed therebetween can be orthogonal to each other.

[0019] Specific embodiments of the present invention will be described as follows.

[0020] [EMBODIMENT 1] Figure 1 is a perspective view showing the constitution of the liquid crystal cell of the liquid crystal display device of the present invention.

[0021] One of a pair of substrates (hereinafter referred to as the first substrate) is made from borosilicate glass and 0.7 mm thick, and is provided with an orientation film, a common electrode, a leveling layer, and color filters formed thereon in this order. The orientation film is a polyimide-based polymer with a thickness of 1000Å, and is subjected to an orientation treatment by rubbing with a pre-tilt angle of 10°. The common electrode is made from ITO, and 1000Å thick. The leveling layer is made from an epoxy resin and 2μm thick. The color filters are formed by dyeing, and the color filters R, G, and B all have a transmittance of about 50% at the wavelength having a minimum transmittance.

[0022] The other one of the pair substrates (hereinafter referred to as the second substrate) is made from the same material and has the same thickness as the first substrate, and is provided with an

orientation film, a reflecting electrode, an insulating layer, and an active element stacked thereon in this order. The orientation film is the same as the one on the first substrate. The reflecting electrode is made from Al and 2000 Å thick. The insulating layer is made from SINx and 1µm thick. The active element is a reverse stagger type thin film transistor. The reflecting electrode forms one pixel and is shaped like a rectangle of about 100 µm × 900 µm. The reflecting electrode and the active element are connected by a through hole.

[0023] The thin film separator is a polyimide-based polymer thin film of 2 µm thick. The polyimide-based polymer of the thin film separator contains a long-chain alkyl group in a side chain. It is considered that the surface of the thin film separator is coated with the long-chain alkyl group of the side chain, and the long-chain alkyl group extends towards the direction of the normal to the plane surface of the orientation film. The liquid crystal molecules are considered to be oriented along the long-chain alkyl group and eventually have vertical directivity.

[0024] The subsequent treatments and assembly of the first and second substrates are shown in Figure 2. Fastened type beads having a diameter of 5 µm were dispersed at a density of 200 pieces per 1 cm<sup>2</sup> on the sides of the first and second substrates that have the laminations (Figure 2 (a)). After this, the substrates were heated to fix the fastened type beads on the substrates (Figure 2 (b)). Then, a sealant is printed on the first substrate for use as a seal part (Figure 2 (c)). The sealant was mixed with beads of 13 µm in diameter. The diameter of each bead in the sealant was taken as a total of the thickness of the first and second liquid crystal layers (5 µm each and the fastened type beads are equal to the direction of the normal to the substrates), the thickness of the

thin film separator (2  $\mu\text{m}$ ), and the thickness of a color filter (1  $\mu\text{m}$ ). The thin film separator was stacked on the fastened type beads on the second substrate (Figure 2 (d)), and the first and second substrates were assembled to complete the liquid crystal display element (Figure 2 (e)).

[0025] The distribution of the seal parts, thin film separator, and display area on the liquid crystal display element of the present invention when viewed from the direction of the normal to the plane surfaces of the substrates is shown in Figure 3. The thin film separator covers the whole display area, and is also extended between the seal parts. The orientation treatment directions of the first and second substrates are also indicated in Figure 3. The orientation treatment directions of the first and second substrates both form an angle of  $45^\circ$  with four sides of the substrates. The orientation treatment directions of the first and second substrates are orthogonal to each other when viewed from the direction of the normal to the plane surfaces of the substrates.

[0026] The liquid crystal layers were formed by sealing a liquid crystal having positive dielectric anisotropy containing a 3 wt% dichroic dye by vacuum sealing. The time required for the sealing is influenced by the angle formed by the transfer direction of the liquid crystal and the orientation treatment direction. The smaller the degree of this angle, the shorter the time becomes. Since the angles formed by the orientation treatment directions and the four sides of the substrates are set at  $45^\circ$ , the angle formed by the main transfer direction of the liquid crystal and the orientation treatment directions at the time of sealing the liquid crystal becomes nearly  $45^\circ$  both on the first substrate side and on the second substrate side. Consequently, the liquid crystal was injected nearly at the same rate both on the first substrate side and

on the second substrate side.

[0027] Since there is a gap between the thin film separator and the seal parts, the liquid crystal goes between the first liquid crystal layer and the second liquid crystal layer. However, the thickness and orientation conditions of the first and second liquid crystal layers are maintained without affecting display.

[0028] Finally, a driving device was connected to complete the two diagonal lamination type liquid crystal display device constituted as shown in Figure 1. The liquid crystal layers have hybrid directivity of vertical directivity in the vicinity of the thin film separator and horizontal directivity in the vicinity of the substrates. In the fabrication process of this liquid crystal display device, there was not such a decrease in cell gap or an exfoliation of the substrates as exceeding the predetermined level.

[0029] Figure 5 shows the dependency of reflectivity on the applied voltage. This is a normally closed type applied voltage dependency, and the reflectivity of the white display at a driving voltage of 7 V was 18.8%, the reflectivity of the black display was 2.8%, and the contrast ratio was 7.8:1. The results of measured color degrees of red, blue, green, yellow, cyan, and magenta are shown in Figure 4. The obtained color display was bright enough to be put to practical use.

[0030] As described hereinbefore, a two-layer liquid crystal display device having high contrast ratio and excellent optical properties has been obtained by separating two liquid crystal layers by using a thin film separator made from a vertical directivity polymeric film, and by holding them by the first substrate having color the filters and one-layer spacer beads contained in the seal parts of the second substrate having the reflecting electrode.

[0031] [EMBODIMENT 2] In the liquid crystal display device of

Embodiment 1, the thin film separator has been replaced by the one produced as follows.

[0032] A 2 $\mu$ m-thick polymeric film made of polyethylene terephthalate was fixed on a glass plate with a tape, and an orientation film with vertical directivity was applied by spin coating. After applying a heat treatment, the organic polymeric film was turned over and again fixed on the glass plate with a tape, and an orientation film with vertical directivity was applied by spin coating and subjected to a heat treatment. As the orientation film, polyimide-based polymer having a long-chain alkyl group in the side chain was used.

[0033] In this case, too, a two diagonal lamination type liquid crystal display device with no parallax and with a low molecular liquid crystal composite was completed, thereby realizing a reflective type color liquid crystal display device having high reflectivity, high contrast ratio, and high color purity.

[0034] [EMBODIMENT 3] In the liquid crystal display device of Embodiment 1, the thin film separator has been replaced by the one produced as follows.

[0035] Polymeric films made of polyethylene terephthalate and 2  $\mu$ m thick each were so stacked as to make the drawing directions orthogonal to each other, and this lamination was so disposed that the drawing directions are orthogonal to the orientation treatment directions of the adjacent substrates. Since the thin film separator became 4  $\mu$ m thick, the diameter of the beads in the sealant was changed to 15  $\mu$ m. Because the liquid crystal is oriented horizontally in the vicinity of the thin film separator, the first and second liquid crystal layers had homogeneous orientation, and their orientation directions became orthogonal over and under the thin film separator.

[0036] In this case, too, a two diagonal lamination type liquid crystal display device with no parallax and with a low molecular liquid crystal composite was completed, thereby realizing a reflective type color liquid crystal display device having high reflectivity, high contrast ratio, and high color purity.

[0037] [EMBODIMENT 4] In the liquid crystal display device of Embodiment 3, the thin film separator was so disposed that the drawing directions are orthogonal to the orientation treatment directions of the adjacent substrates. According to this, the liquid crystal layers were replaced by those containing 0.2 wt% of chiral agent S811 manufactured by Merck & Co., Inc. in addition to a 3 wt% dichroic dye. The first liquid crystal layer and the second liquid crystal layer had twist orientation, and the orientation directions became orthogonal to each other over and under the thin film separator.

[0038] In this case, too, a two diagonal lamination type liquid crystal display device with a low molecular liquid crystal composite was completed, thereby realizing a reflective type color liquid crystal display device having high reflectivity, high contrast ratio, and high color purity.

[0039] [EMBODIMENT 5] In the liquid crystal display device of Embodiment 3, the thin film separator was so disposed that the angles which the drawing directions form with the orientation treatment directions of the adjacent substrates were 250 degrees. According to this, the liquid crystal layers were replaced by those containing 1.0 wt% of chiral agent S811 manufactured by Merck & Co., Inc. in addition to the 3 wt% dichroic dye. Furthermore, the electrodes on the first and second substrates were made matrix electrodes. The first and the second liquid crystal layers had twist orientation, and the orientation directions became orthogonal to

each other over and under the thin film separator.

[0040] In this case, too, a two diagonal lamination type liquid crystal display device with no parallax and with a low molecular liquid crystal composite was completed, thereby realizing a reflective type color liquid crystal display device having high reflectivity, high contrast ratio, and high color purity.

[0041] The thin film separator was so disposed that the angles which the drawing directions form with the orientation treatment directions of the adjacent substrates were 250 degrees; however, the same two diagonal lamination type liquid crystal display device can be realized if the angles are between 180 to 270 degrees.

[0042] [EMBODIMENT 6] As shown in Figure 8, in the two diagonal lamination type liquid crystal display device of Embodiment 1, the thin film separator was clamped by the seal parts.

[0043] Thus forming the thin film separator to be clamped in the sealant can further prevent the sealant from having distortion because the end portions of the substrates are not held by two spacer beads via the thin film separator. In addition, the thin film separator, which is stretched by the seal parts, can have a further smoothed surface.

[COMPARATIVE EXAMPLE 1] Figure 7 shows a two-layer liquid crystal display device having two-layer spacer beads stacked via a thin film separator therebetween like the prior art two-layer liquid crystal display device, in the liquid crystal display device of Embodiment 1. However, the thin film separator was distorted by the spacer beads in the seal parts, and the cell gap became non-uniform, thereby deteriorating display properties.

[0044] In addition, their cell gaps could not be made uniform depending on the degree of dispersing the spacer beads at the end portions.

[0045][COMPARATIVE EXAMPLE 2] In the liquid crystal display device of Embodiment 1, the thin film separator was replaced by the one made from drawn polyethylene terephthalate. The first and second liquid crystal layers were oriented in the drawing direction of the separator in the interface with the separator. As a result, the orientation directions of the two liquid crystal layers did not become orthogonal to each other.

[0046][COMPARATIVE EXAMPLE 3] In the liquid crystal display device of Embodiment 1, the thin film separator was replaced by the one made from drawn polyethylene terephthalate. The first liquid crystal layer and the second liquid crystal layer were oriented in the drawing direction of the thin film separator in the interface with the thin film separator. As a result, the orientation directions of the two liquid crystal layers did not become orthogonal to each other.

[0047] A driving device was connected to measure display properties. As a result, the reflectivity of the white display was 25.5%, which was a slightly high level; however, the reflectivity of the black display was 9.4% and the contrast ratio remarkably decreased to 2.7:1. Consequently, the color purity in color display also decreased greatly.

[0048] Since the thin film separator cannot be subjected to an orientation treatment by rubbing or other similar methods, the orientation directions of two-layer liquid crystal layers could not be made orthogonal to each other unless a single-layer polymeric film with horizontal directivity was used and subjected to an orientation treatment.

[0049] [COMPARATIVE EXAMPLE 4] In the liquid crystal display device of Embodiment 1, the distribution of the thin film separator was expanded up to the spacer beads region of the seal parts formed



at the end portions. A cross sectional view of this liquid crystal display device is shown in Figure 6. In accordance with the expansion of the distribution of the thin film separator, the method of manufacturing the liquid crystal display element was modified as follows. Seal parts were formed both on the first substrate and the second substrate. The diameter of the spacer beads to be mixed with the sealant of the first substrate having the color filters was set at 6  $\mu\text{m}$  which was equal to the sum of the thickness of the first liquid crystal layer (5  $\mu\text{m}$ , equal to the diameter of the fastened type beads and the thickness of a color filter (1  $\mu\text{m}$ ). The length of the spacer beads to be mixed with the sealant on the second substrate in the direction vertical to the substrate was made equal to the thickness of the second liquid crystal layer (5  $\mu\text{m}$ , equal to the diameter of the fastened type beads). After the thin film separator was stacked on the second substrate, the first substrate was stacked thereon.

[0050] A cross sectional view of the liquid crystal display element thus manufactured is shown in Figure 7. Since the two substrates are held together by means of the two seal parts and the thin film separator, the thin film, which is separator sandwiched by the two seal parts, is subjected to a stress, making it impossible to realize a defined cell gap. In addition, increased adhesive areas facilitate the occurrence of exfoliation.

[0051] In the manufacturing process, cracks occurred in the regions of the thin film separator that were adjacent to the seal parts. In addition, the adhesive areas caused exfoliations.

[0052]

[EFFECTS OF THE INVENTION] Thus, a reflective type color liquid crystal display device having a uniform cell gap, high contrast ratio, and high color purity can be obtained.

[DESCRIPTION OF BRIEF DRAWINGS]

[FIGURE 1] A perspective view showing the constitution of the liquid crystal cell of the liquid crystal display device of the present invention.

[FIGURE 2] Views showing the method of assembling the liquid crystal display device of the present invention.

[FIGURE 3] An illustration showing the distribution of the display area, the thin film separator, and the seal parts of the liquid crystal display device of the present invention, and the relation between the orientation treatment directions.

[FIGURE 4] A diagram showing the color degrees in the color display of the reflectivity of the liquid crystal display device of the present invention.

[FIGURE 5] A diagram showing the dependence of the reflectivity on the applied voltage of the liquid crystal display device of the present invention.

[FIGURE 6] A cross sectional view showing the constitution of the liquid crystal cell of the liquid crystal display device of Comparative Example 4.

[FIGURE 7] A cross sectional view at an end portion of the liquid crystal cell of the liquid crystal display device of Comparative Example 4.

[FIGURE 8] A cross sectional view showing the constitution of the liquid crystal cell of the liquid crystal display device of the present invention.

[EXPLANATION OF REFERENCE NUMBERS]

10 --- substrate

11 --- first substrate

12 --- second substrate

15 --- color filter

16 --- leveling layer  
21 --- first liquid crystal layer  
22 --- second liquid crystal layer  
31, 32 --- orientation films  
35 --- common electrode  
40 --- reflecting electrode  
45 --- thin film separator  
50 --- TFT  
60 --- spacer beads  
70 --- seal part  
75 --- sealing port  
80 --- display area  
91 --- orientation direction of the first liquid crystal layer in the vicinity of the first substrate  
92 --- orientation direction of the second liquid crystal layer in the vicinity of the second substrate  
93 --- injection direction of the liquid crystal

FIGURE 1

11 --- substrate 1  
12 --- substrate 2  
15 --- color filter  
16 --- leveling layer  
21 --- liquid crystal layer 1  
22 --- liquid crystal layer 2  
31 --- orientation film 1  
32 --- orientation film 2  
40 --- reflecting electrode  
45 --- thin film separator  
50 --- TFT

FIGURE 2

(a)

11 --- substrate 1

12 --- substrate 2

60 --- spacer beads

(b)

70 --- seal part

(d)

45 --- thin film spacer

(e)

70 --- seal part

FIGURE 3

75 --- sealing port

80 --- display area

85 --- thin film spacer

91 --- orientation direction of liquid crystal layer 1 in the vicinity of substrate 1

92 --- orientation direction of liquid crystal layer 2 in the vicinity of substrate 2

93 --- injection direction of the liquid crystal

FIGURE 4

光源 --- light source

FIGURE 5

反射率 --- reflectivity

印加電圧 --- applied voltage



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10293311 A**(43) Date of publication of application: **04 . 11 . 98**(51) Int. Cl. **G02F 1/1339**(21) Application number: **09100043**(22) Date of filing: **17 . 04 . 97**(71) Applicant: **HITACHI LTD**(72) Inventor: **ITO OSAMU  
KOMURA SHINICHI  
YOKOKURA HISAO**(54) **LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

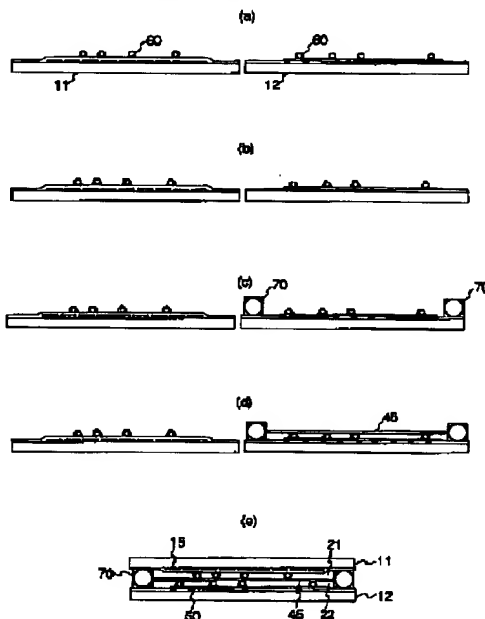
## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a reflective type color liquid crystal display device having high contrast with a uniform cell gap, as well as high color purity by providing the first spacer beads for keeping a gap between a pair of a substrate and a thin film separator, and the second spacer beads for clamping the substrates as a pair.

**SOLUTION:** Fastened type beads 60 are dispersed where the first and the second substrates 11 and 12 are stacked, and then heated, thereby being fastened to the substrate 11 and 12. A sealant is printed on the substrate 11 for use as a seal part 10. Also, the sealant is mixed with beads. In this case, the diameter of each bead is taken at a sum of the thickness of the first and the second liquid crystal layers 21 and 22, the thickness of a thin film separator 45 and the thickness of a color filter 15. Also, the thin film separator 45 is stacked on the fastened beads on the second substrate 12, thereby assembling the first and the second substrates 11 and 12 with each other. In order words, the thin film separator 45 made of a vertical directivity polymeric film is used for separating the two liquid crystal layers 21 and 22, and held with one layer of the spacer beads of the seal part

10 of the first and the second substrates 11 and 12.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1339

5 0 0

G 0 2 F 1/1339 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数9

O L

(全7頁)

(21) 出願番号 特願平9-100043

(22) 出願日 平成9年(1997)4月17日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 伊東 理

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 小村 真一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 横倉 久男

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

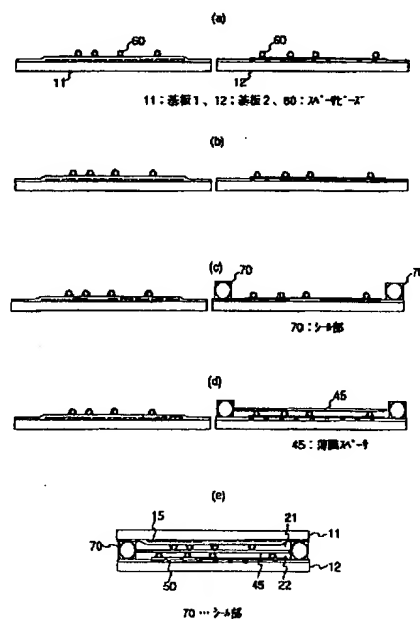
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶層を通過する光を高効率に吸収でき、歪みのない薄膜セバレータを有し、セルギャップの均一な2層積層型の液晶層を有し、高コントラストで高輝度でかつ高色純度の液晶表示装置を提供すること。

【解決手段】 液晶表示装置において、一対の基板と、その一対の基板に挟持された薄膜セバレータと、この一対の基板のそれぞれと薄膜セバレータに挟持された液晶層と、その液晶層に形成され、前記一対の基板のそれぞれと薄膜セバレータとの間隔を保持するように配置された第1のスペーサビーズと、前記一対の基板の対向端面部に形成されたシール部と、前記シール部に形成され前記一対の基板を挟持するように配置された第2のスペーサビーズとを有する。

図 2



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一対の基板と、その一対の基板に挟持された薄膜セバレータと、前記一対の基板のそれぞれと前記薄膜セバレータに挟持された液晶層と、その液晶層に形成され、前記一対の基板のそれぞれと薄膜セバレータとの間隔を保持するように配置された第1のスペーサビーズと、前記一対の基板の対向面端部に形成されたシール部と、前記シール部に形成され前記一対の基板を挟持するように配置された第2のスペーサビーズとを有する液晶表示装置。

【請求項2】一対の基板と、その一対の基板挟持された薄膜セバレータと、その一対の基板のそれぞれと前記薄膜セバレータに挟持された液晶層と、前記液晶層に形成され前記一対の基板と薄膜セバレータの間隔を保持する第1のスペーサビーズと、前記一対の基板の対向面端部に形成されたシール部と、前記シール部に形成された第2のスペーサビーズとを有し、前記薄膜セバレータは前記一対の基板の対向面よりも面積が小さく、

前記シール部の少なくとも一部は前記薄膜セバレータの外側に形成されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】請求項1又は2において、前記第2のスペーサビーズの前記一対の基板に対する法線方向の長さは前記第1のスペーサビーズの前記一対の基板の法線方向の長さよりも長いことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】請求項1又は2において、前記薄膜セバレータ近傍での液晶分子は前記薄膜セバレータに対して垂直に配向され、前記一対の基板のそれぞれの基板近傍での液晶分子はそれぞれの基板に対してほぼ平行に配向され、基板平面法線方向から見て前記第1の基板と前記第2基板界面の液晶分子は互いに直交する様に配向処理されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】請求項1又は2において、前記薄膜セバレータ近傍での液晶分子は前記薄膜セバレータに対して水平に配向され、前記第1の基板平面の法線方向から見て前記薄膜セバレータの両面での液晶配向方向は直交するように形成されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】請求項1または2において、前記薄膜セバレータは垂直配向性の高分子フィルムであることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】請求項1又は2において、前記薄膜セバレータは垂直配向膜を両面に塗布した透明薄膜であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】請求項1又は2において、前記薄膜セバレータは延伸して成膜化された2枚の高分子フィルムの積層体であり、前記2枚の高分子フィルムの延伸方向が直交する様に積層されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項9】請求項1又は2において、前記第2のスペーサビーズの前記一対の基板に対する法線方向の長さは

前記第1のスペーサビーズの前記一対の基板法線方向の長さの2倍以上であることを特徴とする2層積層型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】2つの液晶層を有する2層積層型液晶表示装置に係り、特に、液晶層に2色性色素を含有するゲストホスト型の2層積層型カラー液晶表示装置の最適構造に関する。

## 10 【0002】

【従来の技術】従来、一対の基板を二対利用した液晶表示装置があったが、これらは視差が生じていた。また、特に、2層直交積層型の液晶表示装置にカラーフィルタとを組み合わせて反射型カラー液晶表示装置において問題となっていた。視差とは、使用者が観察する光が液晶表示装置に入射し、反射板で反射され、液晶表示装置から出射して使用者に到達する過程で入射時とは異なった画素に入り込む現象であり、視差が生じると、コントラスト比や表示色の彩度が低下する。この視差を解消するために、特開平7-159805号では液晶層の間に誘電体層を設け、液晶層を分割している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平7-159805号の構成の液晶表示装置は、誘電体層と基板とをシール剤で接着する際に、基板間のギャップが所定のギャップにならず、光透過特性が変化するという問題があった。これは、薄膜セバレータを有さない液晶表示装置では通常一対の基板の間は液晶層と1層のスペーサビーズを挟持しているので、ギャップを制御できるが、薄膜セバレータを用いる液晶表示装置ではセバレータを介して2層のスペーサビーズを有し、基板と薄膜セバレータを接着する際に基板に圧力をかけると、それぞれの基板と薄膜セバレータとがスペーサビーズのみを介して保持されているため、図7の様に、薄膜セバレータに中心に対して線対称にスペーサビーズが形成されないところでは薄膜セバレータが非常に歪みやすく、基板間ギャップが均一でなくなるという問題があった。同様に、2層のスペーサビーズで挟持されていたので基板自体の強度が低下するとともに、基板と薄膜セバレータを接着する分だけ接着力が低下し、剥離を起こしやすかったために歩留まりが低下していた。

【0004】本発明の目的は、セルギャップを保持することで光透過特性が一定で、セル強度が強い2層積層型液晶表示装置、特に2層直交積層型液晶表示装置を実現することにある。

【0005】また、特開平7-159805号の液晶層の間の誘電体層（以後、薄膜セバレータとする）はごく薄いため、ラビング等の機械的なストレスによる配向処理方法は用いることができないという問題がある。また、ラビングできるように厚い誘電体を用いることも可能だが、

それでは誘電体を用いる利点が無くなってしまう。そこで、本発明のさらなる目的は、薄膜セバレータの歪まない液晶表示装置において、その薄膜セバレータとしてラビング以外の手法で液晶分子を様々な配向方向に配向させることができる薄膜セバレータを用いることにある。特に、2つの固有偏光の両方を十分に吸収でき、高コントラスト比、高輝度、高色純度が実現可能な2層直交積層型液晶表示装置を実現することにある。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する手段としては、一対の基板と、その一対の基板挟持された薄膜セバレータと、その一対の基板のそれぞれと前記薄膜セバレータに挟持された液晶層と、前記液晶層に形成され前記一対の基板と薄膜セバレータの間隔を保持する第1のスペーサビーズと、前記一対の基板の対向端面部に形成されたシール部と、前記シール部に形成され前記一対の基板を挟持する第2のスペーサビーズとを有する構成とする。

【0007】上記構成に対して、さらに、第2のスペーサビーズの一対の基板に対する法線方向の長さは第1のスペーサビーズの一対の基板の法線方向の長さよりも長くした構成を加えてもよい。

【0008】同様な効果を生じる液晶表示装置の構成としては、一対の基板と、その一対の基板挟持された薄膜セバレータと、その一対の基板のそれぞれと薄膜セバレータに挟持された液晶層と、その液晶層に形成され一対の基板と薄膜セバレータの間隔を保持する第1のスペーサビーズと、基板の対向端面部に形成されたシール部と、前記シール部に形成された第2のスペーサビーズを有し、薄膜セバレータは前記一対の基板の対向面よりも面積が小さく、シール部は薄膜セバレータの外側に形成される構成が考えられる。

【0009】また、上記薄膜セバレータ近傍での液晶分子は前記薄膜セバレータに対して垂直に配向され、一対の基板のそれぞれの基板近傍での液晶分子はそれぞれの基板に対してほぼ平行に配向され、基板平面に対して法線方向から見て第1の基板と第2基板界面の液晶分子は互いに直交する様に配向処理されることが好ましい。また、薄膜セバレータ近傍での液晶分子は薄膜セバレータに対して水平に配向され、第1の基板平面の法線方向から見て薄膜セバレータの両面での液晶配向方向は直交するように配向処理されることが好ましい。

【0010】さらに、薄膜セバレータを垂直配向性の高分子フィルムである垂直配向膜を両面に塗布した透明薄膜にしてもよい。

【0011】また、薄膜セバレータは延伸して成膜化された2枚の高分子フィルムの積層体であり、前記2枚の高分子フィルムの延伸方向が直交する様に積層されているものでもよい。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】図2(e)に本発明の液晶表示装置の断面図を示す。薄膜セバレータ45は基板よりも面積が小さく、シール部70の内側に分布し、かつ表示部全体を覆う様に分布する。シール部には直径がシール部よりも内側に配置したスペーサビーズの直径よりも大きく、望ましくは2つの液晶層の厚みと薄膜セバレータの厚さの和に概略等しいスペーサビーズを混入する。2つの対向基板を薄膜セバレータを介せずにシール部で直接に保持されるため、液晶セルの強度は従来の単層の液晶セルと同程度にまで向上し、同様にセルギャップを均一にすることができる。また、接着面の数も従来の単層の液晶セルと同じであるため、剥離の発生も従来の単層の液晶セルと同程度に低い。

【0013】次に、薄膜セバレータで隔てられた2層の液晶層の配向方向を直交させるための手段について述べる。

【0014】延伸法により作成された高分子フィルムの多くは、その両面近傍における液晶分子を延伸方向に向けて水平に配向させる作用を有する。しかし、側鎖に長鎖アルキル基等のバルキリーな基を有する有機高分子からなる高分子フィルムには、垂直配向性を示すものもある。

【0015】薄膜セバレータを垂直配向性の高分子フィルムで形成する。また、2つの対向基板の液晶層と近接する側にはプレチルト角が45度以下となる水平配向性の配向膜を塗布する。これら2層の配向膜にラビング法により配向処理を施し、その配向処理方向は基板方線方向から見て直交する様に設定する。

【0016】或いはまた、薄膜セバレータに水平配向性の高分子フィルムの両面に垂直配向性のポリイミド膜を塗布したものを用いても、これと同様の液晶配向が実現される。

【0017】また、薄膜セバレータに水平配向性の高分子フィルムを2枚積層したものを用い、その2枚の高分子フィルムは、延伸方向が直交する様に積層する。対向基板の配向膜は垂直配向膜としても、水平配向膜としても良い。

【0018】以上の方法により、薄膜セバレータで隔てられた2層の液晶層の配向方向を直交させることができる。

【0019】本発明の実施の具体的な形態を以下に示す。

【0020】「実施例1」図1に本発明の液晶表示装置の液晶セルの構造を示す透視図を示す。

【0021】一対の基板の一方（以下、第1の基板と称する）はホウケイサンガラス製であり、厚さは0.7mmであり、配向膜、共通電極、平坦化層、カラーフィルタが順次積層されている。配向膜はポリイミド系高分子であり、層厚は1000Åであり、ラビング法により配向処理され、そのプレチルト角は10°である。共通電極



はITO製であり、層厚は1000Åである。平坦化層はエポキシ樹脂製であり、層厚は2μmである。カラーフィルタは染色法で作成し、透過率が最低になる波長での透過率はR、G、Bいずれのカラーフィルタでも約50%である。

【0022】一對の基板の他方（以下、第2の基板と称する）は第1の基板と同じ材質と厚さであり、配向膜、反射電極、絶縁層、アクティブ素子が順次積層されている。配向膜は第1の基板上のものと同様である。反射電極はAl製であり、層厚は2000Åである。絶縁層はSINx製であり、層厚は1μmである。アクティブ素子は逆スタガ型の薄膜トランジスタである。反射電極は1画素を形成し、その形状は概略長方形形状であり、大きさは約100μm×900μmである。反射電極とアクティブ素子はスルーホールにより接続されている。

【0023】薄膜セパレータはポリイミド系高分子の薄膜であり、膜厚は2μmである。薄膜セパレータのポリイミド系高分子には、側鎖に長鎖アルキル基を有するものを用いた。薄膜セパレータ表面は側鎖の長鎖アルキル基によって覆われ、長鎖アルキル基は配向膜平面法線方向に向かって伸びていると考えられる。液晶分子は長鎖アルキル基に沿う様に配向し、結果として垂直配向となると考えられる。

【0024】その後の第1の基板、第2の基板に対する処理と組立てを図2に示す。第1の基板、第2の基板の各層が積層されている側に直径5μmの固着型ビーズを1cm<sup>2</sup>あたり200個の密度で分散した（図2

(a)）。その後、基板を加熱し、固着型ビーズを基板上に固定した（図2(b)）。次に、シール剤を第1の基板上に印刷し、シール部とした（図2(c)）。シール剤中には、直径が13μmのビーズを混合した。シール剤中のビーズの直径は、第1の液晶層、第2の液晶層（各5μm、固着ビーズの基板に法線方向の等しいとする）と、薄膜セパレータの厚さ（2μm）と、カラーフィルタの厚さ（1μm）の和とした。第2の基板の固着ビーズ上に薄膜セパレータを積層し（図2(d)）、次いで第1の基板、第2の基板を組立てて液晶表示素子とした（図2(e)）。

【0025】基板平面法線方向から見た本発明の液晶表示素子上でのシール部と薄膜セパレータと表示部の分布を図3に示す。薄膜セパレータは表示部全体を覆い、かつシール部の内側に分布している。また、第1の基板、第2の配向処理方向を図3に併記した。第1の基板、第2の配向処理方向は何れも基板の4辺と45°をなす。第1の基板、第2の基板の配向処理方向は、基板平面法線方向から見て互いに直交する。

【0026】液晶層には、2色性色素を3重量%含有する誘電率異方性が正の液晶を用い、真空封入法により封入した。封入に要する時間は液晶の移動方向と配向処理方向のなす角度に影響され、この角度が小さいほど封入

時間は短くなる。配向処理方向と基板の4辺とのなす角を45°としたため、液晶封入時における主な液晶移動方向と配向処理方向のなす角は、第1の基板側、第2の基板側共ほぼ45°になる。そのため、液晶は第1の基板側、第2の基板側共ほぼ等しい速さで注入された。

【0027】薄膜セパレータとシール部の間に間隙があるため、液晶は第1の液晶層と第2の液晶層の間を行き来する。しかし、第1の液晶層と第2の液晶層の層厚と配向状態は保持されるため、表示には影響がない。

【0028】最後に駆動装置を接続して、図1に示した構成の2層直交型の液晶表示装置を作成した。液晶層は、薄膜セパレータ近傍で垂直配向、基板近傍で水平配向となるハイブリッド配向である。以上の液晶表示装置の作成過程において、所定以上のセルギャップの縮小や基板の剥離等は生じなかった。

【0029】反射率の印加電圧依存性を図5に示す。ノーマリクローズ型の印加電圧依存性であり、7Vの駆動電圧にて白表示の反射率は18.8%、黒表示の反射率は2.8%であり、コントラスト比は7.8:1であった。また、赤、青、緑、黄、シアン、マゼンダの色度を測定した結果を図4に示す。実用上充分に鮮やかなカラー表示が得られた。

【0030】以上の様に、垂直配向性の高分子フィルムからなる薄膜セパレータを用いて2つの液晶層を隔て、カラーフィルタを内蔵した第1の基板と反射電極を内蔵した第2の基板のシール部の1層のスペーサビーズでこれを保持した構造とすることにより、高コントラスト比で光学特性に優れた2層積層型液晶表示装置が得られた。

【0031】「実施例2」実施例1の液晶表示装置において、薄膜セパレータを以下の様にして作成したものに替えた。

【0032】厚さ2μmのポリエチレンテレフタレート製の高分子フィルムをガラス板上にテープで固定し、スピンコート法で垂直配向性の配向膜を塗布した。加熱処理後に有機高分子膜を裏返して再びガラス板上にテープで固定し、スピンコート法で垂直配向性の配向膜を塗布し、加熱処理した。配向膜は側鎖に長鎖アルキル基を有するポリイミド系高分子とした。

【0033】この場合にも視差が無く、かつ低分子液晶から成る2層直交型の液晶表示装置が作成でき、高反射率、高コントラスト比で色純度の高い反射型カラー液晶表示装置が得られた。

【0034】「実施例3」実施例1の液晶表示装置において、薄膜セパレータを以下の様にして作成したものに替えた。

【0035】厚さ2μmのポリエチレンテレフタレート製の高分子フィルムを延伸方向が直交する様に積層し、これを近接する基板の配向処理方向と延伸方向が直交する様に配置した。薄膜セパレータの厚さが4μmとなっ

たため、シール剤中のビーズの直径を $15\mu\text{m}$ に変えた。薄膜セバレータの近傍で液晶は水平配向するため、第1の液晶層、第2の液晶層はホモニアス配向となり、その配向方向は薄膜セバレータの上下で直交した。

【0036】この場合にも視差が無く、かつ低分子液晶から成る2層直交型の液晶表示装置が作成でき、高反射率、高コントラスト比で色純度の高い反射型カラー液晶表示装置が得られた。

【0037】「実施例4」実施例3の液晶表示装置において、薄膜セバレータを近接する基板の配向処理方向と延伸方向が直交する様に配置した。これに伴い、液晶層は3重量%の2色性色素の他にメルク社製カイラル剤S811を0.2重量%混合したものに換えた。第1の液晶層、第2の液晶層はねじれ配向となり、その配向方向は薄膜セバレータの上下で直交した。

【0038】この場合にも低分子液晶から成る2層積層直交型の液晶表示装置が作成でき、高反射率、高コントラスト比で色純度の高い反射型カラー液晶表示装置が得られた。

【0039】「実施例5」実施例3の液晶表示装置において、薄膜セバレータを近接する基板の配向処理方向と延伸方向が $250^\circ$ をなす様に配置した。これに伴い、液晶層は3重量%の2色性色素の他にメルク社製カイラル剤S811を1.0重量%混合したものに換えた。さらに、第1、第2の基板の電極はマトリクス電極とした。第1の液晶層、2はねじれ配向となり、その配向方向は薄膜セバレータの上下で直交した。

【0040】この場合にも視差が無く、かつ低分子液晶から成る2層直交型の液晶表示装置が作成でき、高反射率、高コントラスト比で色純度の高い反射型カラー液晶表示装置が得られた。

【0041】また、薄膜セバレータを近接する基板の配向処理方向と延伸方向が $250^\circ$ をなす様に配置したが、 $180^\circ$ から $270^\circ$ 以内の角度であれば、同様な2層積層型液晶表示装置が実現できる。

【0042】「実施例6」図8に示すように実施例1の2層積層型液晶表示装置において、薄膜セバレータをシール部に挟み込む構成とした。

【0043】このように、シール剤に挟み込むように形成することにより、基板の端部を薄膜セバレータを介して2層のスペーサビーズで挟持することがないので、シール剤の歪みをさらに防止することができる。また、薄膜セバレータはシール部によって引っ張られているので、さらに、薄膜セバレータ全体を平坦化することができる、

「比較例1」図7に実施例1の液晶表示装置において、スペーサビーズを従来の2層積層型液晶表示装置のように、薄膜セバレータを介して2層形成した2層積層型液晶表示装置を示した。しかし、シール部のスペーサビーズによって薄膜セバレータが歪み、セルギャップが不均

一となり、表示特性が悪化した。

【0044】また、端部のスペーサビーズの分散度によって、それぞれのセルギャップを均一することができなかった。

【0045】「比較例2」実施例1の液晶表示装置において、薄膜セバレータを変え、延伸したポリエチレンテレフタレートからなるものにした。第1の液晶層、2ともセバレータとの界面でセバレータの延伸方向に配向した。その結果、2層の液晶層の配向方向は直交にならなかった。

【0046】「比較例3」実施例1の液晶表示装置において、薄膜セバレータを変え、延伸したポリエチレンテレフタレートからなるものにした。第1の液晶層、第2の液晶層とも薄膜セバレータとの界面で薄膜セバレータの延伸方向に配向した。その結果、2層の液晶層の配向方向は直交にならなかった。

【0047】駆動装置を接続して表示特性を測定したところ、白表示の反射率は $25.5\%$ と若干高いものの、黒表示の反射率は $9.4\%$ であり、コントラスト比は $2.7:1$ と大幅に低下した。それに伴い、色表示の色純度も大幅に低下した。

【0048】薄膜セバレータはラビング法等により配向処理ができないため、水平配向性の高分子フィルムを1層用い、これに表面処理等しない場合には2層の液晶層の配向方向を直交させることができなかった。

【0049】「比較例4」実施例1の液晶表示装置において、薄膜セバレータの分布を拡大し、端部に形成したシール部のスペーサビーズ領域まで広くした。この液晶表示装置の断面図を図6に示す。薄膜セバレータの分布の拡大に伴い、液晶表示素子の製造方法も以下の変更にした。第1の基板と第2の基板の両方にシール部を形成した。カラーフィルタを有する第1の基板のシール剤に混合するスペーサビーズの直径は、第1の液晶層の層厚( $5\mu\text{m}$ 、固着ビーズの直径に等しい)とするとカラーフィルタの層厚( $1\mu\text{m}$ )の合計である $6\mu\text{m}$ とした。第2の基板のシール剤に混合するスペーサビーズの基板垂直方向の長さは、第2の液晶層の層厚( $5\mu\text{m}$ 、固着ビーズの直径に等しい)に等しくした。薄膜セバレータを第2の基板に積層した後、その上に第1の基板を積層した。

【0050】この様にして製造した液晶表示素子の断面を図7に示す。2つの基板は2つのシール部と薄膜セバレータを介して保持されているため、2つのシール部に挟まれた薄膜セバレータに応力が加わり、規定したセルギャップが実現できなかった。また、接着面が増加しているために、剥離しやすくなっていた。

【0051】製造過程において、薄膜セバレータのシール部に近接する部分に亀裂が生じた。また、接着面からの剥離が生じた。

【0052】

【発明の効果】以上より、セルギャップの均一な高コントラスト比を有し、高色純度の反射型カラー液晶表示装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の液晶セルの構造を示す透視図である。

【図2】本発明の液晶表示装置の組立て方法を示す図である。

【図3】本発明の液晶表示装置の表示部と薄膜セパレータとシール部の分布状況及び配向処理方向の関係を示す図である。

【図4】本発明の液晶表示装置の反射率の色表示の色度を示す図である。

【図5】本発明の液晶表示装置の反射率の印加電圧依存性を示す図である。

【図6】比較例4における液晶表示装置の液晶セルの構造を示す断面図である。

【図7】比較例4における液晶表示装置の液晶セルの端部での断面図を示す。

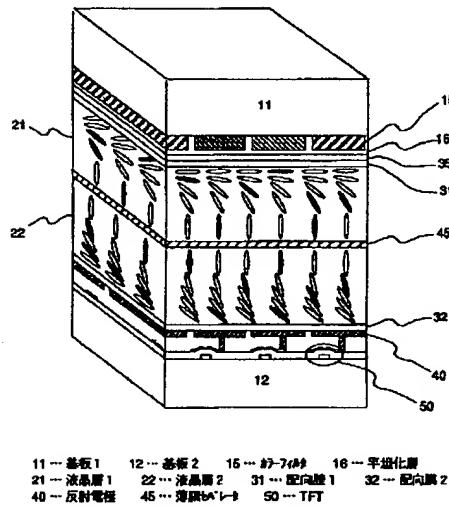
【図8】本発明における液晶表示装置の液晶セルの構造を示す断面図である。

【符号の説明】

10…基板、11…第1の基板、12…第2の基板、15…カラーフィルタ、16…平坦化層、21…第1の液晶層、22…第2の液晶層、31、32…配向膜、35…共通電極、40…反射電極、45…薄膜セパレータ、50…TFT、60…スペーサビーズ、70…シール部、75…封入口、80…表示部、91…第1の基板近傍での第1の液晶層の配向方向、92…第2の基板近傍での第2の液晶層の配向方向、93…液晶の注入方向。

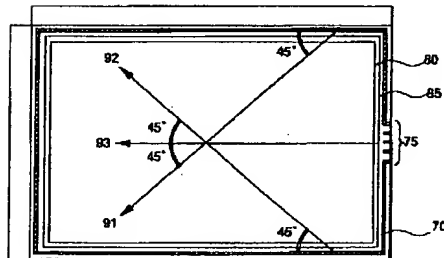
【図1】

図 1



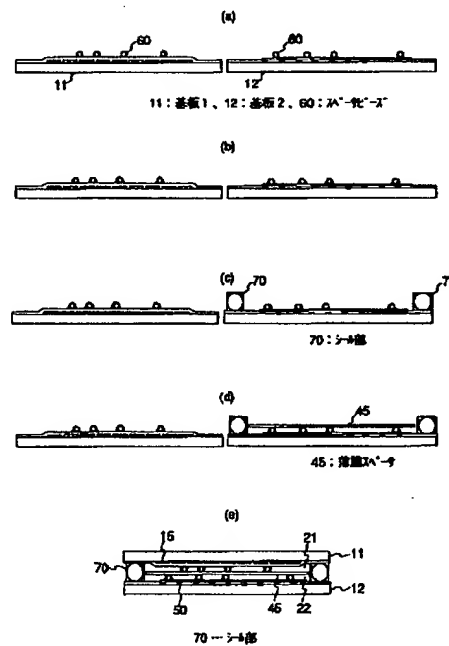
【図3】

図 3



【図2】

図 2



【図6】

図 6



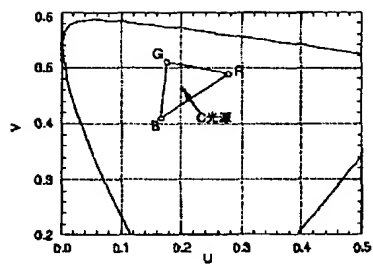
【図7】

図 7



【図4】

図 4



【図8】

図 8



【図5】

図 5

